

3. Zhang Bo. Very Large Floating Structure Hydrodynamic Response And Risk Assessment [D]. Jiangsu University of Science and Technology. 2013.
4. Yu Lan, Ding wei. Effect of the multiple modules interaction on MOB connector loads [J]. The Ocean Engineering, 2004,22(1):25-31.
5. Yu Lan. Study on dynamic responses of connectors of mobile offshore base[D]. Shang Hai Jiao Tong University. 2004.
6. Liu Chao. Research on Structural Response of Multi-Module Flexible Connectors for Very Large Floating Structures [D]. China Ship Scientific Research Center.2014.

УДК 621.314

ПОРІВНЯННЯ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАНТІВ АКТИВНОЇ ЧАСТИНИ ТРИФАЗНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ З ВИТИМИ ТРИСЕКЦІЙНИМИ МАГНІТОПРОВОДАМИ

Авдєєва О.А.¹, Ставинський Р.А.²

¹кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри суднових електроенергетичних систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
e.avdeeva@ukr.net

²кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри суднових електроенергетичних систем
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Анотація. Виконано розрахунок та порівняльний аналіз основних показників, які визначають технічні характеристики трифазних компактних трансформаторів з витими просторовими трисекційними магнітопроводами. Показані переваги інноваційних пропозицій просторових електромагнітних систем з шестигранними утворюючими контурами стрижнів та обмоткових вікон.

Ключові слова: трифазний трансформатор, компактний, витий магнітопровід, технічні характеристики.

Важливими стратегічними завданнями, що пов'язані з перспективами подальшого розвитку і існування людства, є інтенсифікації робіт по підводним дослідженням, розвідки та освоєнню морського шельфу і океанів та позаземного простору. Виконання названих складних завдань неможливо без створення і подальшого удосконалення спеціальних технічних засобів з системами електрообладнання, що містять компактні трифазні трансформатори (ТТ). Забезпечення мінімальних масогабаритних показників таких ТТ, що вбудовані в сферичні або циліндричні оболонки обмеженого діаметру, досягається застосуванням просторових структур активних частин [1, 2].

В минулому сторіччі при виробництві магнітопроводів крім шихтованих пластин почалось застосування технології навивки стрічки (рулону) електротехнічної сталі (ЕТС), а показники трансформаторів покращені використанням властивості анізотропії такої сталі. Максимальний ефект застосування анізотропної і нової аморфної ЕТС при створенні ТТ досягається використанням симетричних просторових електромагнітних систем (ЕМС). Названі системи можуть бути сформовані на основі як аксіальних, так і радіальних просторових структур [3]. В промисловості застосовуються аксіальні ЕМС (рис. 1, а), що містять, з метою усунення втрат стикових зазорів, нероз'ємні магнітопроводи (рис. 1, б) з безперервних витих секцій. Вказані ЕМС базуються на кругових утворюючих контурах (УК) обмоткових котушок і стрижнів

(рис. 1, а) з неповним заповненням таких УК перерізами секцій магнітопроводів з розгортки складної і відхідної конфігурації (рис. 1, в). Кругові УК забезпечують вмотку обмоток човниковими верстатами, що передбачає технологічне збільшення конструктивного ізоляційного проміжку між суміжними фазними котушками. Тому відсутність роз'ємів магнітопроводів підвищує габарити, металоємність і втрати та знижує технологічність і ремонтпридатність ЕМС (рис. 1, а). В зв'язку з недоліками нероз'ємних ЕМС в [4] визначена доцільність розробки нової серії ТТ потужністю 25–630 кВ·А на основі витих просторових розрізних магнітопроводів. В останній час такі магнітопроводи витискаються роз'ємними аналогами з формуванням охоплюючи шарів з малим зсувом роз'ємів розділенням і вигином ділянок стрічки змінної довжини («Unicore» магнітопроводи з умовно косими стиками) [5].

Крім застосування новітніх матеріалів і технологій [5], удосконалення трансформаторів можливо структурно-геометричними перетвореннями ЕМС, зокрема застосуванням замість традиційних, шестигранних УК [3].

Заміна в ЕМС з роз'ємним магнітопроводом кругових УК на шестигранні (рис. 1, г) зменшує діаметр контурного кола ($D_{\text{кш}} < D_{\text{кк}}$) при наявності ділянок паралельних поверхонь обмоткових вікон. Спрощується технологія виготовлення секцій магнітопроводу з трапецієвидними перерізами з заготовок, що утворюються косим поділом прямокутної розгортки на частини з прямокутними та трикутними ділянками (рис. 1, д).

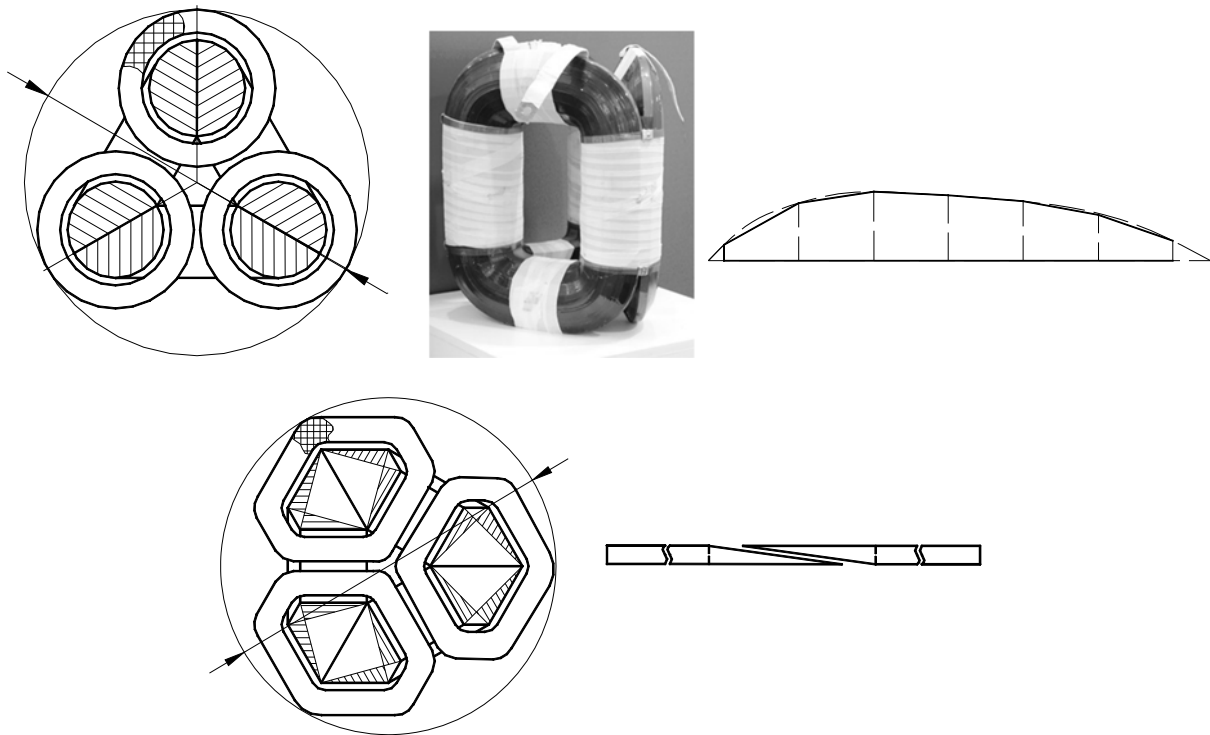


Рис. 1. Схема (а), трисекційний магнітопровід (б) і розгортка секції (в) та схема (г) і розгортки двох секцій (д) аксіальних електромагнітних систем з круговими і шестигранними утворюючими контурами

Спрощення виготовлення витих трисекційних магнітопроводів при забезпеченні компактності і зручності вбудування відбувається заміною різновидів аксіальної ЕМС ТТ (рис. 1, а, г) на радіальну (рис. 2, а) з прямокутними УК (рис. 2, б). Подібна ЕМС може бути сформована з шестигранними УК і повним заповненням таких УК перерізами стрижнів при складанні магнітопроводу з чотирьох секцій, що мають перерізи у виді прямокутної трапеції (рис. 2, в). Такі секції, на відміну від секцій ЕМС (рис. 1, а, г), навиваються без осьового зсуву витків з заготовок, що отримуються косим поділом прямокутної смуги ЕТС на дві частини (рис. 2, г).

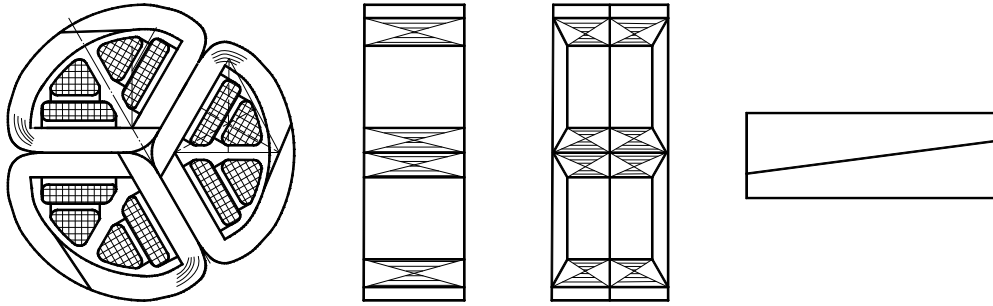


Рис. 2. Поперечна структура (а) просторової радіальної електромагнітної системи з прямокутними (б) і шестиграними (в) перерізами стрижнів та схема розділення смуги (г) для навівки секції магнітопроводу

Методом універсальних оптимізаційних цільових функцій структурного синтезу [3] визначені екстремальні значення i -показників, які є показниками технічного рівня (ПТР), а саме маси $i=1$, вартості $i=2$, втрат $i=3$ і контурного об'єму $i=4$. Результати розрахунків співвідношень ПТР ЕМС (рис. 1, г), що мають позначення $\Pi_{iаш}^*$ та ПТР ЕМС (рис. 2, а) з магнітопроводами (рис. 2, б, в), що мають позначення $\Pi_{iрп}^*$ і $\Pi_{iрш}^*$ до відповідних показників $\Pi_{iак}^*$ ЕМС (рис. 1, а) в стандартних діапазонах напруг і електромагнітних навантажень наведено в табл.1.

Таблиця 1. Числові значення покращення (+) або погіршення (–) показників технічного рівня варіантів електромагнітних систем відносно аксіального аналогу з круговими утворюючими контурами

Співвідношення показників	Діапазон змін значень співвідношень, %			
	Показник маси	Показник вартості	Показник втрат	Показник контурного об'єму
$\Pi_{iак}^* / \Pi_{iаш}^*$	+ (1...1,1)	+ (1,3...1,4)	+ (1,3...1,7)	+ (8...10)
$\Pi_{iак}^* / \Pi_{iрп}^*$	–1,1...+1,1	+ (2,8...5,6)	+ (3,5...9,7)	+ (10...11)
$\Pi_{iак}^* / \Pi_{iрш}^*$	+ (0...1,4)	+ (4,5...7,8)	+ (5,2...11,9)	+ (11...12)

З результатів розрахунків випливає, що кращі ПТР забезпечує радіальна ЕМС з шестиграними УК (рис. 2, а, в), яку слід застосовувати при розробці компактних ТТ об'єктів дослідницького і пошуково-технологічного призначень. Однак радіальні ЕМС, на відміну від аксіальних, не задовольняють вимогам електромагнітної сумісності, тобто теоретичного нуля «магнітного моменту» та відсутності зовнішнього магнітного поля [1]. Тому при проектуванні компактних корабельних ТТ слід застосовувати аксіальну ЕМС (рис. 1, г).

ЛІТЕРАТУРА

1. Ставинский А.А. Особенности назначения и использования специальных электрических машин // Электротехника і електромеханіка. – 2004. – №1. – с. 57-61.
2. Блинцов В.С., Ставинский Р.А., Авдеева Е.А., Садовой А.С. Трансформаторы для встраивания в оболочки ограниченного диаметра объектов специальной техники и постановка задачи их усовершенствования // Электротехника і електромеханіка. – 2012. – №2. – с. 16-21.
3. Ставинский, А.А. Оптимизационный сравнительный анализ структур статических электромагнитных систем. Ч.1. Варианты и метод оценки преобразований / А.А. Ставинский, Р.А. Ставинский, Е.А. Авдеева // Электричество. – 2014. – №9. – с. 34-43.
4. Перспективы и состояние разработок распределительных трансформаторов массовых серий [Электронный ресурс] / В.А. Бормосов, М.Н. Костоусова, А.Ф. Петренко, И.Е. Смольская. Режим доступа: www.transform.ru/articles/html/03project/a000001.article (13.09.2004).
5. Костинский С.С. Обзор состояния отрасли трансформаторного производства и тенденций развития конструкций силовых трансформаторов // Проблемы энергетики. – 2018. – том 20. – №1-2. – с. 14-32.

Comparison of indicators of active parts of three-phase transformers with twisted three-sectional magnetic coresElena Avdieieva¹, Rostislav Stavinskiy²¹⁻² Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The calculation and comparative analysis of the main indicators that determine the technical characteristics of three-phase compact transformers with twisted spatial three-section magnetic cores are performed. The advantages of innovative proposals of spatial electromagnetic systems with hexagonal forming contours of rods and winding windows are shown.

Keywords: three-phase transformer, compact, twisted magnetic circuit, technical characteristics.

УДК 681.5.015:620.179.17

ІНОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВІЗУАЛЬНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУБичков О.С.¹, Мороз М.В.², Жук Д.О.³, Меркулова К.В.⁴, Жабська Є.О.⁵¹ доктор технічних наук, професор,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

м. Київ, Україна

oleksiibychkov@knu.ua;

² магістр, Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

м. Київ, Україна,

mukolamoroz@gmail.com;

³ кандидат технічних наук, доцент,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв, Україна

vicedirector2012@gmail.com;

⁴ кандидат технічних наук, доцент,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

м. Київ, Україна,

kate.don11@gmail.com;

⁵ асистент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

м. Київ, Україна,

y.zhabaska@gmail.com

Анотація. Авторами проведено аналіз наявних алгоритмів візуального супроводження об'єктів на відеопослідовностях. Розроблено математичну модель та спроектовано комплекс програмного та апаратного забезпечення для автоматизованого візуального супроводу об'єкта у відеопотоці в режимі реального часу для вбудованих систем. Комплекс має застосування у судобудівництві для використання у пристроях що забезпечують візуальне спостереження за ціллю.

Ключові слова: відеоспостереження, ціль, розпізнавання образів, судобудівництво.

Супроводження (відстеження, трекінг) об'єктів на сьогоднішній день є досить важливим і актуальним завданням у галузі комп'ютерного зору [1, с.13]. Відстеження об'єктів має багато практичних застосувань, серед яких відеоспостереження, взаємодія між людиною та комп'ютером, навігація роботів, різноманітні системи спостереження та безпеки, моніторинг трафіку дорожнього руху, розпізнавання діяльності та інші.